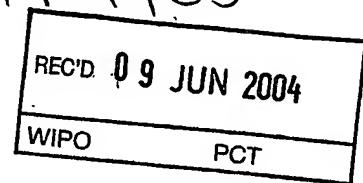


EPO 104463



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen: 203 06 581.6

Anmeldetag: 29. April 2003

Anmelder/Inhaber: KUKA Schweissanlagen GmbH, 86165 Augsburg/DE

Bezeichnung: Laserschweißanordnung

IPC: B 23 K 26/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 5. Mai 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Stoy".

Klostermeyer

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161
03/00
EDV-L

Anmelder:

KUKA Schweissanlagen GmbH
Blücherstraße 144
86165 Augsburg

Vertreter:

Patentanwälte
Dipl.-Ing. H.-D. Ernicke
Dipl.-Ing. Klaus Ernicke
Schwibbogenplatz 2b
86153 Augsburg / DE

Datum:

28.04.2003

Akte:

772-1001 er/ge

BESCHREIBUNG

Laserschweißanordnung

5 Die Erfindung betrifft eine Laserschweißanordnung zum Schweißen von Bauteilen mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

10 Derartige Laserschweißanordnungen sind aus der Praxis bekannt. Sie werden zum Beispiel zum Schweißen von Bauteilen von Fahrzeugkarosserien eingesetzt und bestehen aus ein oder mehreren Laserschweißköpfen. Die Laserschweißköpfe werden von Robotern entlang des stehenden Bauteils oder Werkstücks bewegt. Beispielsweise werden in der Karosseriefertigung zuerst Untergruppen wie vorderer Boden, Mittelboden und hinterer Boden gefertigt, die dann zu Hauptgruppen gefügt, in der Geometriestation zu einem kompletten Fahrzeugverbund geheftet und dann in einer Ausschweißlinie komplett ausgeschweißt werden. Der Bauteiltransport erfolgt hierbei zum Beispiel durch Shuttle-Systeme oder durch Industrieroboter mittels Greifer in Robotergärten bei der Untergruppenfertigung. Während des Schweißbetriebs sind die Bauteile jedoch stationär gehalten und üblicherweise auch gespannt. Die Laserschweißköpfe können eine kurze Brennweite haben und werden vom Roboter in unmittelbarer Nähe und mittels einer Spannrolle in Kontakt mit dem Bauteil bewegt. Kommt die Laserstrahl-Remote-Technik mit distanzierten Lasern und längeren Brennweiten zur Anwendung, wird der Laserstrahl üblicherweise durch eine ein- oder mehrachsige Scanneroptik abgelenkt und bewegt. Hierbei kann der Laserschweißkopf stationär angeordnet oder von einem Roboter geführt werden. In der Regel überstreicht der von der Scanneroptik bewegte Laserstrahl ein gewisses Arbeitsfeld, welches durch Handhabung des Laserschweißkopfes mittels eines Industrieroboters oder dergleichen entsprechend vergrößert werden kann. Dies

geschieht dann entweder durch eine Versatzbewegung des Laserschweißkopfes durch den Industrieroboter im Point-to-Point-Betrieb (PTP-Betrieb) oder durch eine kontinuierliche Weiterbewegung des Laserschweißkopfes 5 durch den Industrieroboter im Bahnbetrieb, wobei dann eine Überlagerung von Roboterbewegung und Scannerspiegelbewegung gegeben ist. Durch eine entsprechende Steuerung und Programmierung der Scanneroptik und der Roboterbewegung ergibt sich die 10 resultierende Gesamtbahn bzw. Schweißnaht. Zwischen dem Zeitanteil Bauteiltransport und der Wertschöpfung am Bauteil bzw. den dazu notwendigen und daraus resultierenden Investitions- und Betriebskosten liegt je 15 nach Anlagenkonzept und Fertigungsmethode ein bislang noch relativ ungünstiger Kosten- und Zeitanteil.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine bessere Laserschweißanordnung aufzuzeigen.

20 Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Hauptanspruch.

Durch den Einsatz einer gesteuerten Bauteilhandhabung während des Schweißbetriebs in Verbindung mit der Laser-Remote-Technik beim Laserstrahlschweißen lassen sich 25 kostenoptimierte Anlagenkonzepte erstellen. Diese können noch weiter verbessert werden, wenn eine zeitoptimierte Zuweisung der Laserstrahlquelle bzw. des Laserstrahls stattfindet, was zum Beispiel durch Strahlweichen geschehen kann. Hierbei wird durch entsprechende Steuer- 30 und Regelvorgänge der Zeitanteil für den Bauteiltransport mit gleichzeitiger Wertschöpfung am Bauteil optimal ausgenutzt. Hierbei werden die Bauteilbewegung und die Laserstrahlbewegung einander überlagert, durch die im resultierenden Bewegungsablauf eine optimale 35 Schweißbewegung entsteht. Der Laserschweißkopf kann hierbei stationär oder beweglich angeordnet sein.

Die Bauteilhandhabung mittels einer geeigneten Bewegungseinrichtung, vorzugsweise einem Roboter, kann auch der Fokusabstand über die Bauteilbewegung ausgeglichen und nachgeführt werden. Eine solche optimierte Führung des Fokusabstands ermöglicht es andererseits, Remote-Laser mit kürzerer Brennweite von zum Beispiel 250 mm einzusetzen. Bei Remote-Lasern waren bislang Brennweiten von 1 m und mehr wegen der Tiefenschärfe und der Fokusverlagerung erforderlich. Die verkürzbare Brennweite hat wiederum den Vorteil, dass die Schweißgeschwindigkeit deutlich erhöht werden kann, wobei Geschwindigkeiten von 4 bis 6 m/min und mehr je nach Lasertyp und -qualität erreichbar sind. Bei einem bewegten Laserschweißkopf mit Scanneroptik können noch höhere Geschwindigkeiten erreicht werden. Ein weiterer Vorteil der herabgesetzten Brennweite ist die einhergehende Verbesserung der Strahlqualität, was sich wiederum in einer verbesserten Schweißqualität und erhöhten Schweißgeschwindigkeit niederschlägt.

20

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

25

30

35

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

Figur 1: 5 einen Robotergarten mit mehreren von einer gemeinsamen Laserstrahlquelle versorgten stationären Laserschweißköpfen und einer Bauteilhandhabung mittels Roboter,

10 Figur 2: eine variante Anordnung von Figur 1 mit einem größeren und durch zwei Roboter gehandhabten Bauteil in Verbindung mit mehreren begrenzt beweglich angeordneten Laserschweißköpfen,
15

Figur 3 und 4: Laserschweißanordnungen mit einem mittels Roboter bewegten Laserschweißkopf und

20 Figur 5: eine Fertigungsanlage mit mehreren unterschiedlich ausgebildeten Laserschweißstationen.

25 Figur 1 zeigt eine Laserschweißanordnung (1) mit mindestens einer Laserstrahlquelle (3), die mittels einer Laserstrahlführung (5), zum Beispiel einem Lichtleitfaserkabel, mit einer Strahlweiche (6) verbunden ist. Von der Strahlweiche (6) wird der eingekoppelte Laserstrahl auf mehrere weitere Laserstrahlführungen (5) verteilt, die jeweils mit einem Laserschweißkopf (2) verbunden sind.
30

35 Die Laserschweißköpfe (2) sind im gezeigten Ausführungsbeispiel allesamt stationär angeordnet. Sie sind jeweils als Remote-Laserköpfe ausgebildet und besitzen eine vorzugsweise mehrachsig bewegliche Scanneroptik mit Scannerspiegeln oder dergleichen, die eine Ablenkung des Laserstrahls (4) in verschiedene

Richtungen zulassen. Durch die Scanneroptik kann der Laserstrahl (4) hierbei sehr schnell und zielgenau bewegt werden.

5 Die Laserschweißköpfe (2) haben vorzugsweise eine Brennweite zwischen 200 und 400 mm. Eine besonders günstige Brennweite beträgt zum Beispiel 250 mm.

Bei der Laserschweißanordnung (1) werden ein oder mehrere Bauteile (7) von den Laserschweißköpfen (2) mit dem bewegten Laserstrahl (4) geschweißt. Die Bauteile (7) sind beispielsweise Karosseriebauteile von Fahrzeugen. Die Bauteile (7) werden hierbei gegenüber den distanziert angeordneten Laserschweißköpfen (2) mittels geeigneter Bewegungseinrichtungen (8) bewegt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind dies mehrachsige Roboter (10), die vorzugsweise als sechsachsige Gelenkarmroboter ausgebildet sind. Die Roboter (10) können alternativ weniger oder mehr Achsen haben, zum Beispiel zusätzliche Linear- oder Fahrachsen.

Die Bauteile (7) sind im Ausführungsbeispiel der Figur 1 in einem normalen Greifer gespannt. Sie können alternativ auch in einem so genannten Geogreifer in hochpräziser Lage genau gespannt sein. Der Roboter (10) handhabt den Greifer und die Spanneinrichtung mit dem Bauteil und bewegt diese relativ zu dem stationären Laserschweißkopf (2) und dem bewegten Laserstrahl (4).

Bei der Ausführungsform von Figur 1 der stationären Laserschweißköpfen (2) führen die Roboter (10) die komplette Versatzbewegung der Bauteile (7) mit Umorientierung zum Nahtanfang und mit anschließender Bahnbewegung aus. Dies ist vor allem bei längeren Schweißnähten vorteilhaft. Die Roboter (10) sind hierfür entsprechend programmiert und gesteuert.

Wenn das Ende der jeweils geschweißten Naht an einem Bauteil (7) erreicht ist, kann der Laserstrahl (4) von der Strahlweiche (6) sofort umgeschaltet und einem anderen Laserschweißkopf (2) und dem dortigen Bauteil (7)

5 zugewiesen werden. Der zugehörige Roboter (10) hat in diesem Fall das Bauteil (7) bereits an den Nahtanfang der zu schweißenden Naht positioniert. Während des Schweißvorgangs können die anderen Roboter (10) ein zuvor geschweißtes Bauteil (7) zum Schweißen der nächsten Naht

10 umorientieren und neu positionieren. Sie können alternativ auch ein anderes Bauteilhandling, zum Beispiel einen Wechsel der Bauteile, eine Aufnahme und Bestückung des Bauteils (7) mit weiteren Kleinteilen etc. durchführen.

15 Sind viele kurze und hintereinander liegende Nähte, wie zum Beispiel Flanschnähte im Längsträger- und Schwellerbereich zu schweißen, so ist der Einsatz von einachsigen Scanneroptiken vorteilhaft. Diese Scanneroptiken lenken den Laserstrahl (4) nur in einer festgelegten Richtung ab. Der Roboter (10) positioniert das Bauteil (7) vorzugsweise mit derjenigen Richtung, die im Wesentlichen der einachsigen Scanbewegung entspricht. Die Versatzbewegung von Naht zu Naht übernimmt die Scanneroptik. Die Orientierungs- und Positionsänderungen

20 werden durch den Roboter (10) und seine Bauteilhandhabung während der Bahnbewegung übernommen. Werden Abschnitte erreicht, bei denen der lineare Scanbereich bzw. der Arbeitsraum des Roboters (10) eine größere Versatzbewegung bzw. eine stärkere Orientierungsänderung erfordert,

25 erfolgt in der vorerwähnten Weise die Umschaltung des Laserstrahls (4) zu einem anderen Laserschweißkopf (2). Dadurch ergeben sich optimierte Belegungs- und Auslastungszeiten für die Laserstrahlquelle (3).

30

35 Die Scanneroptiken können alternativ zwei oder drei Achsen haben. In der dritten Achse kann ein Z-Ausgleich in Strahlrichtung erfolgen. Der Einsatz solcher

Scanneroptiken erfordert Roboterbewegungen erst dann, wenn der Scanbereich verlassen wird oder wenn Orientierungsänderungen der Bauteile (7) in einen neuen Scanbereich erforderlich sind. Wenn keine Schweißbewegungen mehr möglich sind und länger dauernde Roboterbewegungen anstehen, wird auch hier der Laserstrahl (4) zu einem anderen schweißbereiten Laserschweißkopf (2) umgeschaltet. Damit werden auch hier optimale Belegungs- und Auslastungszeiten erreicht.

10

Figur 2 zeigt eine Variante zu Figur 1, bei der ein größeres Bauteil (7), zum Beispiel eine Seitenwand oder eine komplette Karosserie von zwei oder mehr miteinander kooperierenden Robotern (10) gehandhabt wird. Die Laserschweißanordnung (1) sieht in diesem Fall mehrere, zum Beispiel drei im Wesentlichen stationäre Laserschweißköpfe (2) vor, die allerdings eine zusätzliche Bewegungssachse haben können, die in der Zeichnung durch Pfeile angegeben ist. Dies können insbesondere Dreh- und Schwenkbewegungen sein, mit denen die auch hier mit ein oder mehreren Achsen ausgerichteten Scanneroptiken einen vergrößerten Arbeitsraum erlauben.

25

Bei den gezeigten Ausführungsformen von Figur 1 und 2 kann durch eine entsprechende Bauteilbewegung durch die Roboter (10) der Fokusabstand der Laserschweißköpfe (2) nachgeführt werden. Wenn durch die Scanneroptik der Laserstrahl ausgelenkt wird, kann sich der Strahlweg bis zum Auftreffpunkt oder Laserfleck auf dem Bauteil (7) verändern. Bei Laserschweißköpfen (2) mit fester Brennweite kann hierbei der Laserfleck den Fokuspunkt verlassen, was eine Verschlechterung der Strahlqualität und der Schweißgüte zur Folge haben kann. Durch eine entsprechende Bauteilbewegung mittels Roboter (10) kann dieser Versatz ausgeglichen werden, wobei das Bauteil (7) stets im gewünschten und für den jeweiligen Prozessschritt optimalen Abstand zum Laserschweißkopf (2) bzw. der

Scanneroptik geführt wird. Hierbei muss das Bauteil (7) nicht ständig im Fokuspunkt des Laserstrahls (4) gehalten werden. Es ist alternativ möglich, das Bauteil (7) in einem bewussten Abstand vor oder hinter dem Fokuspunkt in Strahlrichtung zu führen und zu halten, um bestimmte Schweißoptionen zu haben. Beispielsweise kann eine mit der Defokussierung einhergehende Vergrößerung des Laserflecks gewünscht sein, um eine breitere Schweißnaht zu erzielen. Je genauer allerdings das Bauteil (7) im oder am Fokuspunkt gehalten und geführt wird, desto besser ist die Laserstrahleinkopplung am Bauteil (7) und auch die Energieumsetzung und Schweißgüte. Dementsprechend hoch kann auch die Schweißgeschwindigkeit in Richtung der zu schweißenden Bahn sein.

15

Figur 3 und 4 zeigen eine weitere Variante, in welcher der Laserschweißkopf (2) nicht mehr stationär angeordnet ist, sondern von einer geeigneten Bewegungseinrichtung (11), zum Beispiel einem mehrachsigen Schweißroboter (13) bewegt wird. Dieser Roboter (13) kann die gleiche Kinematik wie der vorbeschriebene Handlingroboter (10) für die Bauteile (7) haben. In der Variante von Figur 3 wird hierbei das Bauteil (7) von einem einzelnen Roboter (10) gegenüber einem Schweißroboter (13) geführt. Bei der Abwandlung von Figur 4 bewegen zwei kooperierende Roboter (10) gemeinsam ein Bauteil (7) gegenüber ein oder mehreren Schweißrobotern (13).

20

25

30

35

Figur 5 zeigt schematisch eine komplette Fertigungsanlage (15) mit mehreren Laserschweißstationen (14), die wiederum von ein oder mehreren gemeinsamen Laserstrahlquellen (3) über Strahlweichen (6) und Laserstrahlführungen (5) selektiv beaufschlagt werden.

In der Fertigungsanlage (15) werden mehrere Bauteile (7), zum Beispiel geheftete Fahrzeugkarosserien von einem linearen Bauteilförderer (9), zum Beispiel einem taktweise

transportierenden Shuttle oder einem kontinuierlich
transportierenden Rollenförderer oder dergleichen in
Pfeilrichtung transportiert. In den verschiedenen
Laserschweißstationen (14) werden unterschiedliche
5 Schweißaufgaben durchgeführt. In der ersten
Laserschweißstation (14), die unterhalb der Strahlweiche
(6) dargestellt ist, sind zum Beispiel beidseits des
Bauteils (7) ein oder mehrere Laserschweißköpfe (2) auf
einer Bewegungseinrichtung (11) in Bauteilförderrichtung
10 beweglich angeordnet. Die Bewegungseinrichtung (11) kann
in diesem Fall ein Linearförderer (12) sein. Hierbei
werden die Laserschweißköpfe (2) mit ihren Laserstrahlen
(4) längs des stehenden oder bewegten Bauteils (7)
verfahren. Die Laserschweißköpfe (2) können hierbei die
15 vorbeschriebene ein- oder mehrachsige Scanneroptik haben.

In der Folgestation können andere nicht weiter
dargestellte Bearbeitungen oder Tätigkeiten am Bauteil (7)
vorgenommen werden. In der anfolgenden Laserschweißstation
20 (14) sind wiederum vorzugsweise beidseits des Bauteils (7)
ein oder mehrere Laserschweißköpfe (2) angeordnet, die in
diesem Fall stationär positioniert sind. Die
Relativbewegung zwischen Laserschweißkopf (2) bzw.
Laserstrahl (4) und dem Bauteil (7) kann in diesem Fall
25 auch durch den Bauteilförderer (9) erzeugt werden.

In der letzten Laserschweißstation (14) sind wiederum
beidseits des Bauteils (7) ein oder mehrere Schweißroboter
(13) der in Figur 3 gezeigten Art angeordnet.
30

Abwandlungen der gezeigten Ausführungsbeispiele sind in
verschiedener Weise möglich. Insbesondere können die in
den einzelnen Ausführungsbeispielen gezeigten und
beschriebenen Merkmale untereinander beliebig vertauscht
35 und kombiniert werden. Anstelle der Roboter (10) können
andere ein oder mehrachsige Bewegungseinrichtungen (8)
vorhanden sein. Variabel sind auch die

Bewegungseinrichtungen (11) für die Laserschweißköpfe (2),
die ebenfalls als ein oder mehrachsige Einheiten, zum
Beispiel als Kreuzschlitten mit zwei translatorischen
Achsen ausgebildet sein können. Beliebig variabel ist
5 zudem die Ausgestaltung der Laserschweißköpfe (2), die
statt einer ein- oder mehrachsig beweglichen Scanneroptik
im einfachsten Fall eine stationäre Fokussiereinheit mit
einem unbeweglichen Laserstrahl (4) haben können. In
10 diesem Fall werden sämtliche Relativbewegungen zwischen
Laserstrahl (4) und Bauteil (7) durch die
Bauteilhandhabung über die Bewegungseinrichtung (8)
erzeugt. Ferner ist es möglich, anstelle der mit ein oder
mehreren beweglichen und steuerbaren Spiegeln
15 ausgerüsteten Scanneroptiken andere Ablenk- oder
Führungseinheiten für den Laserstrahl (4) vorzusehen.

20

25

30

35

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Laserschweißanordnung
- 2 Laserschweißkopf, Remote-Laserkopf
- 5 3 Laserstrahlquelle
- 4 Laserstrahl
- 5 Laserstrahlführung, Lichtleitfaserkabel
- 6 Strahlweiche
- 7 Bauteil
- 10 8 Bewegungseinrichtung für Bauteil
- 9 Bauteilförderer
- 10 Roboter
- 11 Bewegungseinrichtung für Laserschweißkopf
- 12 Förderer, Linearförderer
- 15 13 Roboter, Schweißroboter
- 14 Laserschweißstation
- 15 Fertigungsanlage

20

25

30

35

SCHUTZANSPRÜCHE

- 1.) Laserschweißanordnung zum Schweißen von Bauteilen (7), bestehend aus ein oder mehreren
5 Laserschweißköpfen (2), dadurch
gekennzeichnet, dass die
Laserschweißanordnung (1) ein oder mehrere
Bewegungseinrichtungen (8) für die Bauteile (7) für
10 eine Relativbewegung gegenüber dem als Remote-Laser
ausgebildeten und mit Distanz zum Bauteil (7)
angeordneten Laserschweißkopf (2) aufweist.
- 2.) Laserschweißanordnung nach Anspruch 1, dadurch
15 gekennzeichnet, dass die
Bewegungseinrichtungen (8) als Bauteilförderer (9)
ausgebildet ist.
- 3.) Laserschweißanordnung nach Anspruch 1, dadurch
20 gekennzeichnet, dass die
Bewegungseinrichtungen (8) als mehrachsiger Roboter
(10) ausgebildet ist.
- 4.) Laserschweißanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
25 dadurch gekennzeichnet, dass der
Laserschweißkopf (2) stationär angeordnet ist.
- 5.) Laserschweißanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
30 dadurch gekennzeichnet, dass der
Laserschweißkopf (2) mittels einer
Bewegungseinrichtung (11) instationär angeordnet
ist.
- 6.) Laserschweißanordnung nach einem der vorhergehenden
35 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Laserschweißkopf (2) ein oder mehrere
Scannerköpfe zur steuerbaren Ablenkung des
Laserstrahls (4) aufweist.

7.) Laserschweißanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Bewegungseinrichtung (8) für die Bauteile (7) nach dem Fokusabstand gesteuert ist.

5

8.) Laserschweißanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserschweißkopf (2) eine Brennweite von ca. 200 bis 400 mm aufweist.

10

9.) Laserschweißanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Laserschweißköpfe (2) an eine gemeinsame externe Laserstrahlquelle (3) mittels einer steuerbaren Strahlweiche (6) und Laserstrahlführungen (5) angeschlossen sind.

15

20

25

30

35

Fig. 1

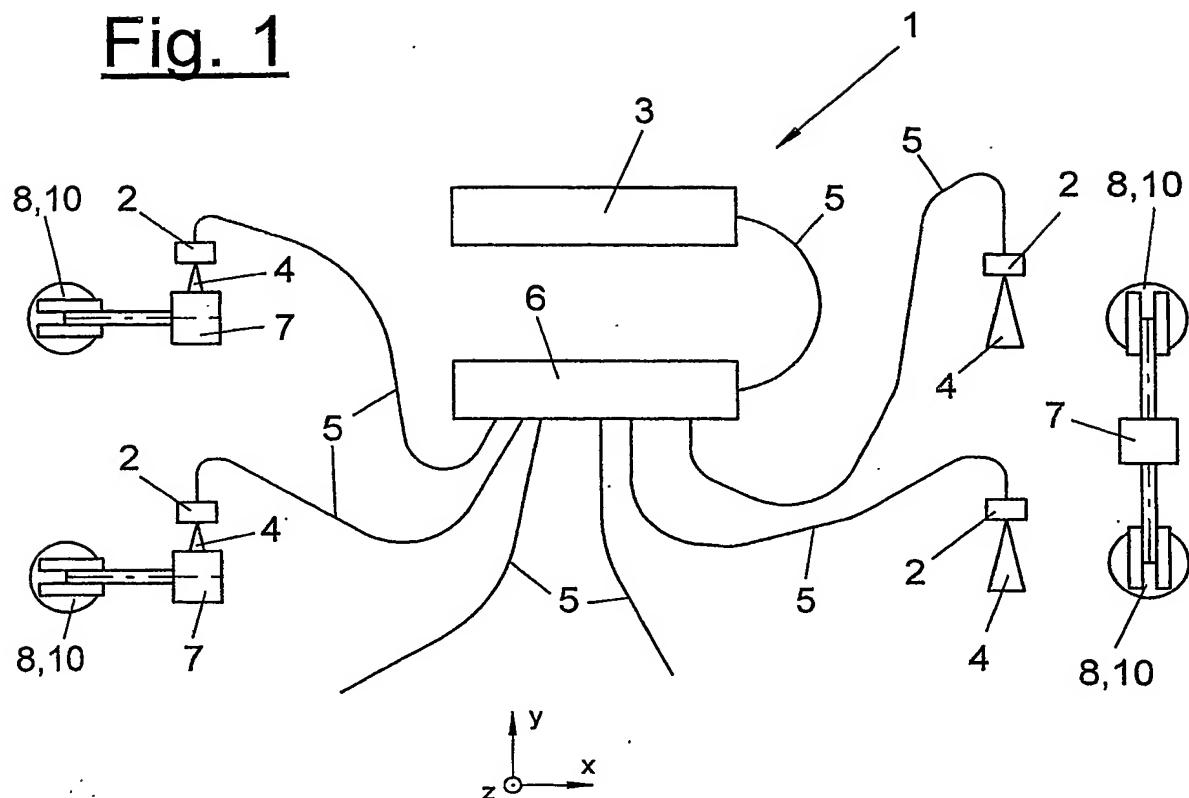


Fig. 2

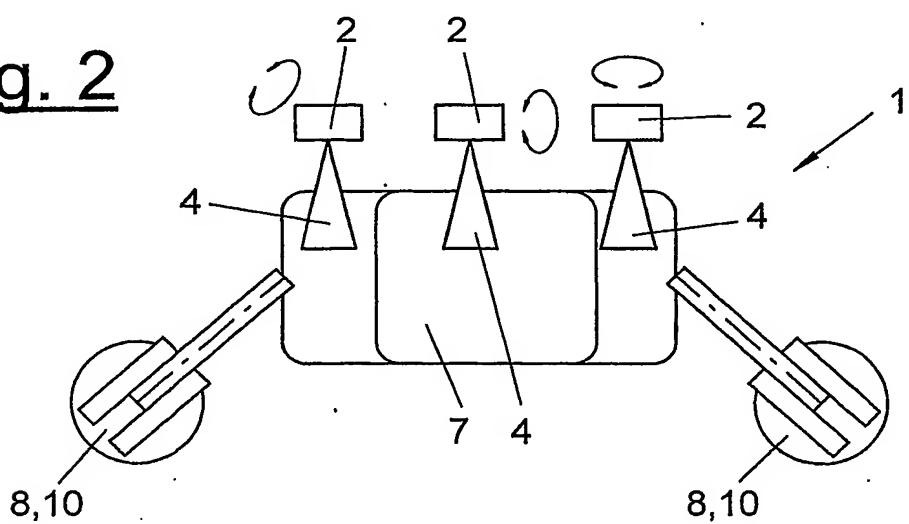


Fig. 3

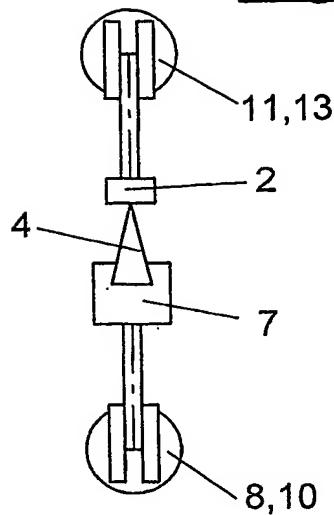


Fig. 4

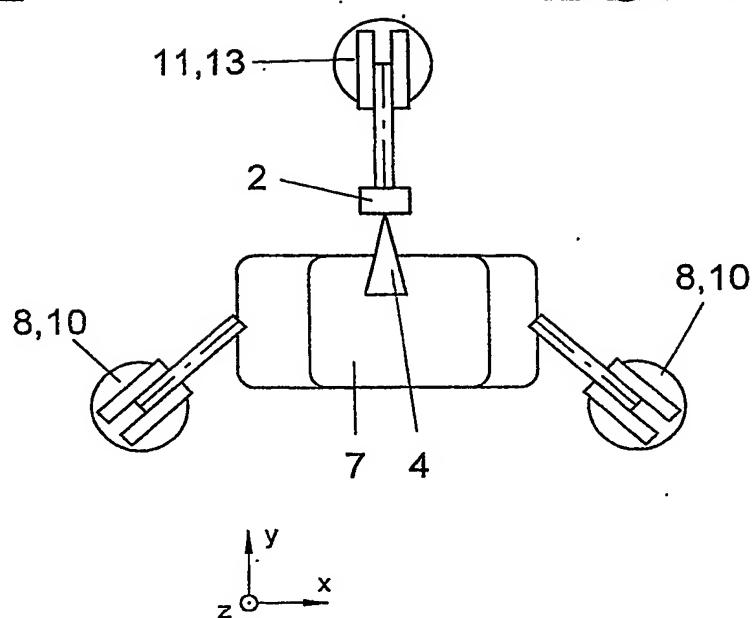


Fig. 5

